

# En búsqueda de Interfaces Naturales para Personas con Discapacidad

Diego Antonio Beltramone<sup>#1</sup>, Silvia Matilde Tula<sup>\*2</sup>, Marcela Fabiana Rivarola<sup>&3</sup>, María Belén Hidalgo<sup>#4</sup>, Pablo Daniel Tancredi<sup>#5</sup>, María Luz Quinteros Quintana<sup>#6</sup>, Juan Manuel Díaz<sup>#7</sup>, Aída Marcotti<sup>#8</sup>, Juan Javier Atea<sup>†9</sup>

<sup>#</sup> *Ingeniería Biomédica-Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad Nacional de Córdoba*  
Av. Vélez Sársfield 1611, Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>1</sup> [dbeltramone@efn.uncor.edu](mailto:dbeltramone@efn.uncor.edu)

<sup>4</sup> [mbelenhidalgo@gmail.com](mailto:mbelenhidalgo@gmail.com)

<sup>5</sup> [pablot19@hotmail.com](mailto:pablot19@hotmail.com)

<sup>6</sup> [mluzqg@gmail.com](mailto:mluzqg@gmail.com)

<sup>7</sup> [elhornero000@gmail.com](mailto:elhornero000@gmail.com)

<sup>8</sup> [aidamarcotti@gmail.com](mailto:aidamarcotti@gmail.com)

<sup>\*</sup> *Escuela Especial Beatriz Angélica Martínez Allio-Ministerio de Educación-Provincia de Córdoba*  
Maestro Marcelo López N° 2620, Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>2</sup> [educcba@gmail.com](mailto:educcba@gmail.com)

<sup>&</sup> *Escuela de Kinesiología y Fisioterapia - Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Córdoba*  
Av. Vélez Sársfield 1611, Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>3</sup> [licfabianarivarola69@gmail.com](mailto:licfabianarivarola69@gmail.com)

<sup>†</sup> *Departamento de Electrónica-Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad Nacional de Córdoba*  
Av. Vélez Sársfield 1611, Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>9</sup> [jatea@efn.uncor.edu](mailto:jatea@efn.uncor.edu)

**Abstract**— Within the population with disabilities, there is a group that has intellectual, sensory, motor disabilities, or a combination of them. The International Classification of Functioning, Disability and Health (CIF) defines disability as an umbrella term for impairments, activity limitations and participation restrictions. It is estimated that over 15 % of the world's population is afflicted by disability in some form. In Argentina this prevalence reaches 7.1%. When these people want to use any technological device, usually find that its physical interfaces are not accessible. Often they need adaptations, raising costs but accessibility is not totally guaranteed. Current technologies allow "more natural" interfaces, where the feedback is immediate. The application of appropriate technology with natural or intuitive interfaces, allow greater accessibility than adaptations commonly used for the overall development of students with psychomotor disorders. The objective of this work is to facilitate the comprehensive development of students with sensory psychomotor disorders attending the Special School Beatriz Martínez A. Allio, through the incorporation and implementation of natural interfaces for working with computers in education, offering teaching a complementary tool for the development of their daily activities. The interfaces of hardware and software implementation are proposed to achieve the overall goal. It is intended to make at least a touch screen and at least one interface with the Kinect camera game console Xbox 360.

**Keywords:** *Natural Interfaces, Human-Machine Interface, Disability*

**Resumen**— Dentro de la población de personas en situación de discapacidad, hay un colectivo que tiene discapacidad intelectual, sensorial, motriz o una combinación de éstas. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) define la discapacidad como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación. Se calcula que más del 15% de la población mundial está aquejada por la discapacidad en alguna forma. En Argentina esta prevalencia

asciende a 7,1%. Cuando estas personas quieren acceder a algún dispositivo tecnológico, generalmente se encuentran con interfaces que no son accesibles. A menudo se tiene que recurrir a adaptaciones, lo cual eleva costos y no se asegura completa accesibilidad. Las tecnologías actuales permiten interfaces "más naturales" o intuitivas, donde el feedback es inmediato. La aplicación de la tecnología adecuada, con interfaces naturales o intuitivas, permite una mayor accesibilidad que las adaptaciones comúnmente usadas para el desarrollo integral de alumnos con trastornos psicomotores. El objetivo de este trabajo es facilitar el desarrollo integral de los alumnos con trastornos sensoriospsicomotores que asisten a la Escuela Especial Beatriz A. Martínez Allio, a través de la incorporación e implementación de interfaces naturales para el trabajo con computadoras en el ámbito educativo, ofreciendo al docente una herramienta complementaria para el desarrollo de sus actividades diarias. Se plantea la implementación de interfaces de hardware y software para alcanzar el objetivo general. Se pretende realizar al menos una pantalla táctil y al menos una interfaz con la cámara Kinect de la consola de juegos Xbox 360.

**Palabras clave:** *Interfaces Naturales, Interfaz Hombre-Máquina, Discapacidad*

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la población de personas en situación de discapacidad, se encuentran quienes tienen discapacidad intelectual, sensorial, motriz o una combinación de éstas.

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) define la discapacidad como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación. Se entiende por discapacidad a la interacción entre las personas que padecen alguna enfermedad (por ejemplo,

encefalopatía crónica no evolutiva, enfermedad motriz de origen cerebral, síndrome de Down y depresión) y factores personales y ambientales (por ejemplo, transporte y edificios públicos inaccesibles, falta de diseño universal y un apoyo social limitado).

Se calcula que más del 15% de la población mundial está aquejada por la discapacidad en alguna forma [1] mientras que en Argentina la cifra asciende a 7,1% [2]

Cuando estas personas quieren acceder a algún dispositivo tecnológico (como por ejemplo una computadora personal), generalmente se encuentran con interfaces que no están pensadas para ellas. A menudo se tiene que recurrir a algún tipo de adaptación motriz, visual o de software, lo cual encarece el acceso y no siempre se llega a buenos resultados. Adicionalmente, estas interfaces requieren un nivel de abstracción (y de adecuación temporo-espacial) que no siempre está presente en el usuario. Valga de ejemplo algo tan simple como utilizar un Mouse para acceder a una computadora: hay que desplazar el Mouse en un plano horizontal para mover un cursor virtual en una pantalla que está ubicada en un plano vertical, lo cual para algunos de estos usuarios es muy complejo de asimilar e interpretar.

Las tecnologías actuales permiten interfaces “más naturales” o intuitivas, donde hay una relación más directa entre el usuario y el objeto con el que se quiere interactuar. Por ejemplo, las pantallas táctiles (donde el usuario “toca lo que ve” como objetivo) o las de interpretación de gestos, como la cámara Kinect, donde no hay una interfaz física entre el usuario y el dispositivo.

El proyecto se encuadra en la Escuela Especial Beatriz Angélica Martínez Allio, de la ciudad de Córdoba, donde concurren aproximadamente 140 alumnos con trastornos psicomotores e intelectuales asociados. Cabe mencionar que dicha institución es una escuela pública provincial.

Estos niños y adolescentes se encuentran en una situación de alta vulnerabilidad económica y cultural, ubicándolos en un mapa de profunda desigualdad social a la que se suma la exclusión que muchas veces padecen debido a su situación de discapacidad.

## II. OBJETIVOS

La hipótesis planteada fue la siguiente: *La aplicación de tecnología adecuada, con interfaces naturales, permite una mayor accesibilidad que las adaptaciones comúnmente usadas para el desarrollo integral de alumnos con trastornos psicomotores.*

El objetivo general de este proyecto es facilitar el desarrollo integral de los alumnos con trastornos sensopsicomotores que asisten a la Escuela Especial Beatriz A. Martínez Allio, a través de la incorporación e implementación de interfaces naturales para el trabajo con computadoras en el ámbito educativo, ofreciendo al docente una herramienta complementaria para el desarrollo de sus actividades diarias.

Como objetivo específico se plantea implementar interfaces de hardware y software para alcanzar el objetivo general. Se pretende realizar al menos una pantalla táctil y

al menos una interfaz con la cámara Kinect de la consola de juegos Xbox 360.

## III. MARCO TEÓRICO

### A. Interfaces Naturales de Usuario

“El término natural es a menudo entendido como la imitación del ‘mundo real’. En nuestro punto de vista, es una filosofía de diseño y una fuente de métricas que permiten un proceso iterativo para crear un producto. En el libro *“Brave Nui World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture”* [3], se discute el tacto y la interacción gestual como una modalidad que permite la construcción de una interfaz de usuario natural (Natural User Interface, NUI). Sin embargo, creemos que una NUI se puede crear con otras modalidades de entrada también. De hecho, se podría imaginar siguiendo las directrices de diseño que trazamos para crear un nuevo tipo de interfaz para el Mouse y el teclado, comandos de voz, gesticulando en el aire, teléfonos móviles, y así sucesivamente. Tecnologías de entrada y salida nos ofrecen la oportunidad de crear una interfaz de usuario más natural, aunque no lo hacen por sí mismas, ni la definen o la garantizan.

La interfaz natural de usuario radica en la interfaz del usuario y en las experiencias que creamos para usar con esas tecnologías para mejorar las capacidades humanas, optimizar la ruta de acceso a expertos, aplicar a determinados contextos y tareas y satisfacer nuestras necesidades.

El término natural es poderoso, ya que evoca rápidamente una serie de imágenes en aquellos que lo escuchan. La primera y más importante cosa a entender es que lo usamos para describir una propiedad que en realidad es externa al producto en sí mismo. El elemento natural de una interfaz de usuario natural no es acerca de la interfaz. Al contrario, vemos natural como una referencia a la manera en que los usuarios interactúan con y se sienten sobre el producto, o más precisamente, lo que hacen y cómo se sienten mientras lo están utilizando.”

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Tecnologías utilizadas

Se han escogido 6 tecnologías, con el criterio de que, según experiencias previas, los usuarios las sentían inicialmente como intuitivas:

- 01-Touchpad
- 02-Mouse
- 03-Kinect
- 04-All In One (con pantalla táctil)
- 05-Leap Motion
- 06-Tablet de 10 pulgadas

### B. Metodología empleada

#### 1) Selección de los sujetos – alumnos

Se han realizado las pruebas en 12 alumnos del establecimiento. El criterio para la selección de los sujetos fue teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Grado (en la escuela)
- Turno (Mañana-Tarde)
- Compromiso Motor
- Compromiso Lenguaje Expresivo

- Compromiso Cognitivo (Comprensión)
- Compromiso Cognitivo (Atencional)

De acuerdo a ello, en la siguiente tabla se resumen los alumnos seleccionados indicando cada aspecto:

TABLA I  
RESUMEN DE ALUMNOS SELECCIONADOS

| Alumno | Tur no | Grado    | Comp Motor | Comp Leng Expr | Comp Cogn (compr) | Comp Cogn (atenc) |
|--------|--------|----------|------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 01-CM  | T      | 1°       | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 02-CC  | M      | 5°       | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 03-DE  | T      | 4° B     | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 04-FD  | M      | 6°       | SI         | SI             | SI                | -                 |
| 05-JJ  | M      | 1° AÑO B | SI         | SI             | NO                | NO                |
| 06-JS  | T      | 1°       | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 07-JG  | T      | 3°       | SI         | SI             | SI                | NO                |
| 08-JC  | T      | 4° B     | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 09-LDS | T      | 3°       | SI         | SI             | SI                | SI                |
| 10-NV  | T      | 4° A     | SI         | SI             | SI                | NO                |
| 11-PS  | T      | 2°       | SI         | SI             | SI                | NO                |
| 12-SS  | T      | 2°       | SI         | SI             | SI                | SI                |

## 2) Registro de actividad

En las pruebas se realizó un registro audiovisual (filmación) sobre el uso de diferentes tecnologías, utilizadas como interfaz para lograr un objetivo puntual: realizar un click en un lugar específico de la pantalla. Cada prueba consistió en una tarea donde los alumnos debieron “colgar una manzana en un árbol”, con diferentes tecnologías, en una imagen como la siguiente:

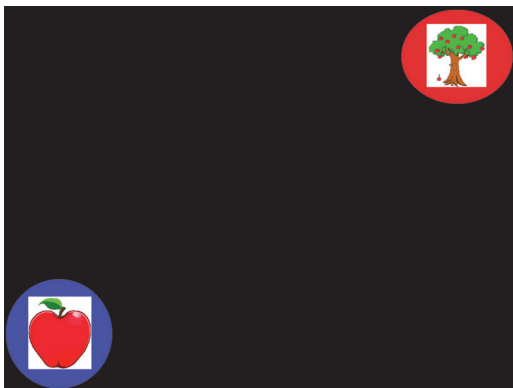


Fig. 1: Pantalla utilizada como prueba, para colgar la manzana (esquina inferior izquierda) en el árbol (esquina superior derecha)

De este modo, los sujetos debieron hacer un click en la manzana y luego un click en el árbol para cumplir con la consigna.

## C. Análisis de los datos

Para realizar el análisis, se conformó la siguiente tabla:

TABLA III  
RELACIÓN ALUMNOS-TECNOLOGÍAS PARA ANALIZAR

|          | 01 Touchpad | 02 Mouse | 03 Kinect | 04 AIO | 05 Leap Motion | 06 Tablet |
|----------|-------------|----------|-----------|--------|----------------|-----------|
| Alumno01 |             |          |           |        |                |           |
| Alumno02 |             |          |           |        |                |           |
| ...      |             |          |           |        |                |           |
| Alumno12 |             |          |           |        |                |           |

Se realizaron 2 Tipos de análisis:

- Un **Análisis Transversal por Tecnología** (vertical), compara el desempeño de todos los alumnos con la misma tecnología.
- Un **Análisis Longitudinal por Alumno** (horizontal), compara el desempeño de cada alumno con las diferentes tecnologías.

### Análisis Transversal por Tecnología

Se analizaron los videos de los alumnos realizando consignas claras con las distintas tecnologías. Se tomaron cinco observadores, profesionales integrantes y colaboradores de este proyecto, con criterios similares para realizar la evaluación.

Siguiendo el objetivo de este proyecto, se tuvo en cuenta que cada tecnología genera una interfaz con el usuario que puede determinar cuán “natural” es su uso. Es por eso que para el análisis se eligieron las siguientes características a evaluar:

- Posibilidad de Generar Fatiga (GF)
- Posibilidad de Generar Distracción (GD)
- Facilidad de Uso (FU)
- Flexibilidad al usuario (FB)
- Precisión requerida del usuario (PN)

Cada observador dio valores a las características del 4 al 0 correspondiente a valoraciones cuantitativas Nada-Regular-Buena-Muy Buena-Excelente en las primeras dos características mientras que los valores utilizados en las últimas tres características fueron del 0 al 4 correspondiente a valoraciones cualitativas: Nada-Regular-Buena-Muy Buena-Excelente, según se muestra en la siguiente tabla (se muestra parcialmente por falta de espacio).

TABLA IIIII  
REGISTRO DE EVALUACIÓN POR TECNOLOGÍA

Observador: XX  
Completar arriba con el nombre del observador  
Completar con X la opción visualizada

|           | Genera fatiga? |   |   |    |   | Genera distracción? |   |   |    |   | Faci |
|-----------|----------------|---|---|----|---|---------------------|---|---|----|---|------|
|           | N              | R | B | MB | E | N                   | R | B | MB | E |      |
| Alumno 01 |                | 4 |   |    |   | 4                   |   |   |    |   |      |
| Alumno 02 |                | 4 |   |    |   | 4                   |   |   |    |   |      |
| Alumno 03 |                | 3 |   |    |   | 4                   |   |   |    |   |      |

Se eligió el criterio de evaluación de modo que los observadores introduzcan la menor variabilidad posible en el análisis de los datos, lo que se traduce a una mayor confianza en el análisis estadístico. Por lo que se realizó un arreglo en las tablas como se muestra a continuación como ejemplo para el Alumno 1, Tabla 1 según característica GF, y los valores para las Tecnologías T1...T6, con un total de 25 tablas como las siguientes.

TABLA IVV  
EVALUACIÓN POR TECNOLOGÍA

| Tabla 1.1 GF |    |    |    |    |    |    |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| Observadores | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| 1            | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  |
| 2            | 1  | 1  | 2  | 0  | 2  | 1  |
| 3            | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 4            | 2  | 0  | 2  | 2  | 2  | 0  |
| 5            | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |

Una vez finalizada la evaluación realizada por los cinco observadores se tomó en forma aleatoria una muestra de cinco alumnos (n=5) y se buscaron conclusiones sobre el comportamiento de las tecnologías en cuestión y qué tipo de interfaz generan con el usuario.

Para el análisis de estos datos se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, la cual se realiza mediante el siguiente método:

Sea  $\{x_{ij}\}_{m \times n}$  una tabla de datos, donde  $m$  son las filas (bloques) y  $n$  las columnas (tratamientos). Una vez calculado el orden de cada dato en su bloque, reemplazamos al tabla original con otra  $\{r_{ij}\}_{m \times n}$  donde el valor  $r_{ij}$  es el orden de  $x_{ij}$  en cada bloque  $i$ .

Cálculo de las varianzas inter grupo:

- $$SS_t = n \sum_{j=1}^m (\bar{r}_j - \bar{r})^2$$
- $$SS_e = \frac{1}{m(n-1)} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r})^2$$
- $$\bar{r}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_{ij}$$
- $$\bar{r} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

El estadístico viene dado por  $Q = \frac{SS_t}{SS_e}$   
El criterio de decisión es  $P(\chi_{n-1}^2 \geq Q)$

Esta técnica permite evaluar según comparación de varianzas si entre las tecnologías (tratamientos) se evidencian diferencias estadísticamente significativas.

En los casos en donde se observan diferencias estadísticamente significativas se procedió a realizar pruebas de comparaciones múltiples de medias.

La herramienta informática utilizada para el tratamiento de los datos fue Infostat (FCA-UNC, Córdoba, Argentina).

### Análisis Longitudinal por Alumno

El registro de los datos en el análisis longitudinal consistió en realizar las pruebas de cada alumno con cada tecnología. Hubo 5 observadores en total, completando la siguiente ficha:

TABLA V  
FICHA PARA ANÁLISIS LONGITUDINAL

Observador:  
Completar arriba con el nombre del observador  
Completar con X la opción visualizada

|   | Nada<br>No alcanzó | Poco<br>Regular | Medio<br>Bueno | Bastante<br>Muy bueno | Muchísimo<br>Excelente |
|---|--------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| Facilidad motriz de uso                   |                    |                 |                |                       |                        |
| Intepretación de la consigna              |                    |                 |                |                       |                        |
| Cumplimiento de objetivo (consigna)       |                    |                 |                |                       |                        |
| Distracción durante el proceso            |                    |                 |                |                       |                        |
| Presencia (cantidad) de intentos fallidos |                    |                 |                |                       |                        |
| Necesitó asistencia                       |                    |                 |                |                       |                        |
| Interpretación de uso del dispositivo     |                    |                 |                |                       |                        |
| Observaciones:                            |                    |                 |                |                       |                        |

Luego de realizar todas las pruebas, se realizó la suma de todos los registros de los 5 observadores. A modo de ejemplo, para el Alumno01, para la tecnología 02-Mouse, se registró la siguiente información compilando (sumando) los registros de todos los observadores:

TABLA VI  
SUMA DE TODOS LOS REGISTROS PARA ALUMNO01, TECNOLOGÍA 02-MOUSE

|   | Nada<br>No alcanzó | Poco<br>Regular | Medio<br>Bueno | Bastante<br>Muy bueno | Muchísimo<br>Excelente |
|---|--------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| Facilidad motriz de uso                   | 0                  | 5               | 0              | 0                     | 0                      |
| Intepretación de la consigna              | 0                  | 2               | 0              | 2                     | 1                      |
| Cumplimiento de objetivo (consigna)       | 1                  | 3               | 1              | 0                     | 0                      |
| Distracción durante el proceso            | 0                  | 0               | 2              | 2                     | 0                      |
| Presencia (cantidad) de intentos fallidos | 0                  | 0               | 0              | 2                     | 2                      |
| Necesitó asistencia                       | 0                  | 0               | 0              | 1                     | 4                      |
| Interpretación de uso del dispositivo     | 1                  | 3               | 1              | 0                     | 0                      |

El siguiente paso fue calcular la probabilidad por cada sumatoria, teniendo en cuenta la cantidad de observadores.

Debido a que la información registrada fue en una escala cualitativa (“Nada”, “Poco”, “Medio”, “Bastante” o

“Muchísimo” o también “No Alcanzó”, “Regular”, “Bueno”, “Muy Bueno” o “Excelente”, según lo que se necesitaba registrar), se procedió a cuantificar por medio de una ponderación de 0 a 4. Esta ponderación fue en orden ascendente o descendente, dependiendo de la característica a registrar y a lo que sería deseable como interfaz ideal. Por ejemplo, “Facilidad motriz de uso” tiene una escala ascendente, indicando que “0” es “Nada”, es decir que esta tecnología no tiene facilidad motriz de uso y “4” es “Muchísimo”, indicando que tiene mucha facilidad motriz de uso.

Un ejemplo en caso contrario (cuando la escala es descendente) es “Distracción durante el proceso”. De este modo, si se indicaba “Nada”, esta característica tenía la máxima ponderación “4” porque es deseable que la tecnología a analizar no genere ninguna distracción.

TABLA VII  
PONDERACIÓN DE CADA CARACTERÍSTICA

| Ponderación                               | Nada       | Poco    | Medio | Bastante  | Muchísimo |
|---|------------|---------|-------|-----------|-----------|
|   | No alcanzó | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
| Facilidad motriz de uso                   | 0          | 1       | 2     | 3         | 4         |
| Interpretación de la consigna             | 0          | 1       | 2     | 3         | 4         |
| Cumplimiento de objetivo (consigna)       | 0          | 1       | 2     | 3         | 4         |
| Distracción durante el proceso            | 4          | 3       | 2     | 1         | 0         |
| Presencia (cantidad) de intentos fallidos | 4          | 3       | 2     | 1         | 0         |
| Necesitó asistencia                       | 4          | 3       | 2     | 1         | 0         |
| Interpretación de uso del dispositivo     | 0          | 1       | 2     | 3         | 4         |

El siguiente paso fue realizar el producto entre la probabilidad y la ponderación, lo que arrojó la probabilidad ponderada de cada característica. Luego se sumó cada probabilidad ponderada por característica, dando un valor que tuvo en cuenta la sumatoria de todos los observadores para esa característica, pero según la ponderación. Aquí, el máximo valor por cada característica será 4. Finalmente, se sumaron todas las características, dando una valoración total (llamada Puntaje), por alumno, por tecnología. Aquí, el máximo valor por tecnología (tecnología ideal) será 28, ya que tiene 7 características en total.

Finalmente, se realizó la suma de las valoraciones de todas las tecnologías por alumno. Aquí, el máximo valor por alumno será 168, ya que son 6 tecnologías de 28 puntos como máximo cada una.

Así, se arribó a un resumen por alumno como se expresa a continuación a modo de ejemplo:

TABLA VIII  
RESUMEN ALUMNO02 - ANÁLISIS LONGITUDINAL

| ALUMNO 02 | CC             |            |           |
|-----------|----------------|------------|-----------|
| Puntaje   | Tecnología     | mayor      | menor     |
| 25.8      | 01-Touchpad    | 27.4       | 22.4      |
| 26        | 02-Mouse       | 04-AIO     | 03-Kinect |
| 22.4      | 03-Kinect      | Diferencia | 5         |
| 27.4      | 04-AIO         | Suma Total | 150.4     |
| 24.6      | 05-Leap Motion |            |           |
| 24.2      | 06-Tablet      |            |           |

Luego de este análisis longitudinal (cuantitativo), se realizó un contraste con los perfiles de cada alumno (cualitativo) y así llegar a conclusiones más integrales.

## V. CONCLUSIONES A PARTIR DE LOS ANÁLISIS

### A. Conclusiones del Análisis Transversal

Las tecnologías más naturales resultaron Tablet (T6), AIO (T4) y Mouse (T2) respectivamente. **Esto puede indicar que las tecnologías con interfaz táctil son las que presentan una interfaz “más natural”.** En este grupo se reconoce al Mouse -tecnología no táctil-, pero presenta un comportamiento similar que puede ser producto del conocimiento previo de los usuarios.

Las tecnologías con interfaces “menos naturales” resultaron Leap Motion (T5), Kinect (T3) y Touchpad (T1).

### B. Conclusiones relacionando Análisis Longitudinal y Perfiles de Alumnos

- **Las tecnologías de pantalla táctil que los alumnos no conocían son las que obtuvieron mayor puntaje y recurrencia.**
- Hubo alumnos que obtuvieron alto puntaje en 01-Touchpad y 02-Mouse a partir de experiencia previa, por ser tecnologías estándar más difundidas (estaban más familiarizados con su uso)
- Las tecnologías **más recurrentes con menor puntaje** son:
  - 1) 02-Mouse con recurrencia de 3 de 12 alumnos
  - 2) 05-Leap Motion con recurrencia de 4 sobre 12 alumnos, aunque con mayor puntaje que el 02-Mouse
  - 3) 03-Kinect con recurrencia de 3 sobre 12 alumnos tiene mejor puntaje que el anterior
- **De lo anterior se podría deducir inicialmente que estas tecnologías son poco intuitivas o naturales, o que exigen mucho nivel atencional, coordinación viso-espacial precisión y/o abstracción por parte de los usuarios (por eso el menor puntaje). Esto tiene una explicación distinta en el caso del 02-Mouse en los casos que esta tecnología obtuvo mayor puntaje porque los usuarios estaban más familiarizados con su uso**
- Los alumnos con **mejor desempeño global** tienen nivel atencional moderado y experiencia previa en el uso de tecnologías (competencia digital). El compromiso motor es de leve a moderado. El nivel cognitivo de estos alumnos varía entre severo-leve a leve. El rango de edades fue entre 8 y 12 años. Todos poseen un nivel básico simbólico de pensamiento. Todos comprendieron la consigna. **Todos plantean una alta motivación en el uso de tecnología.**
- El alumno que tuvo **menor desempeño global** requiere una continua organización por medio de comandos verbales y gestuales para que no pierda la atención. Presenta una dismetría que desorganiza sus movimientos y genera poca precisión cuando trata de alcanzar algo con las manos, por esta razón le cuesta mantenerse sentado y finalizar la actividad. Presenta un trastorno auditivo que también dificulta su desempeño en las actividades propuestas. **A comparación con el resto de los alumnos, presenta un mayor compromiso sensorial y auditivo que condiciona la organización y planificación motora, impactando en el proceso cognitivo de**

**forma negativa. Adicionalmente, es el alumno con menor tolerancia a la frustración.**

- Los alumnos con **mejor rango de adaptabilidad** tienen en común sus altos puntajes. Estos alumnos poseen nivel simbólico de pensamiento (lo cual condiciona mucho el uso de tecnología, aunque requieran de indicadores y refuerzos verbales). Se encuentran en proceso de alfabetización y tienen antecedentes en el uso de herramientas informáticas.
- Los alumnos con **menor rango de adaptabilidad** presentan un nivel atencional muy lábil. Requieren de constante organización externa, mediante comandos verbales y/o gestuales. Sus niveles de pensamiento, corresponden al período Pre-Operatorio. **Desde el punto de vista motor, presentan un desempeño funcional inestable en miembros superiores.**

## VI. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES RESPECTO DEL EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo se conformó con especialidades muy diferentes, lo cual representó un gran desafío. Cada integrante aportó desde su experiencia profesional, todos enfocados en los alumnos y en el logro de los objetivos del proyecto. El proyecto se pudo desarrollar y completar a partir del aporte desinteresado de cada uno de los integrantes, sin querer primar una especialidad sobre la otra. En lugar de ello, cada integrante aportó con pertinencia, cuando hizo falta. Las discusiones que surgieron fueron justamente a partir de las diferencias de disciplina o de experiencias, lo cual enriqueció muchísimo el trabajo total, aprendiendo unos de otros. No se trató de ver “quién tenía la razón” (lo cual sería umbilicocentrista), sino de ver qué era mejor para el proyecto y la obtención de mejores resultados.

## VII. TRABAJOS FUTUROS

En la Escuela Martínez Allio, durante el desarrollo del presente proyecto, se identificó una necesidad de armado e implementación de una sala multisensorial. A raíz de esto, se planteó un nuevo proyecto de investigación en la convocatoria SeCyT 2014-2015 que tenga continuidad con el actual. El mismo se presentó bajo el título “Aplicación de Interfaces Naturales en Salas Multisensoriales”.

Este proyecto plantea la hipótesis de que si bien las salas multisensoriales actuales tienen cierto grado de efectividad, se considera que se están desaprovechando muchos adelantos tecnológicos, con todas las ventajas y aplicaciones que representan y la flexibilidad de ser programables. Las tecnologías actuales permiten interfaces más naturales, donde hay una relación más directa entre el usuario y el objeto con el que se quiere interactuar.

## RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Tenemos la suerte de haber conocido hace unos años a los alumnos, directivos, docentes y equipo profesional y de apoyo de la Escuela Martínez Allio. Inicialmente fue sólo una relación profesional, pero con el tiempo se fue volviendo más cercana. Contrariamente a lo que se podría pensar en cuanto a la tecnología fría (y la misma sensación

térmica considerada sobre los ingenieros), se fue consolidando una relación más cálida y cercana.

Creemos que esto se debió a que el foco del trabajo no consistió en la tecnología empleada, sino en las personas que se involucraron. Si al ver a un alumno, en lugar de ver sus limitaciones, nos enfocamos en sus capacidades y en cómo se pueden potenciar para mejorar su calidad de vida y su desarrollo, surge la chispa. La tecnología no es el centro, sino un medio para ello.

A todas las personas que estuvieron, están y estarán, los que pasaron alguna vez, y los que apoyan de una u otra forma, GRACIAS.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/index.html>
- [2] <http://www.indec.gov.ar> Datos de la Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad 2002-2003.
- [3] “Android SDK” <http://developer.android.com/sdk/index.html> (última visita febrero 2014)
- [4] “Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF)” OMS, 2001
- [5] “Computer Resources for People with Disabilities: A guide to Assistive Technologies, Tools and Resources for People of All Ages” 4th Edition. The Alliance for Technology Access
- [6] “El papel de las interfaces en la generación y transmisión de conocimientos dentro de una organización” <http://portal.educ.ar/debates/sociedad/sociedad-conocimiento/el-papel-de-las-interfaces-en-la-generacion-y-transmision-de-conocimientos-dentro-de-una-organizacion.php> (última visita febrero 2014)
- [7] “Kinect for Windows” <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/> (última visita febrero 2014)
- [8] “Natural User Interface (NUI) Group” <http://nuigroup.com/go/lite> (última visita febrero 2014)
- [9] “Parálisis cerebral: Esperanza en la investigación” <http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/paralisiscerebral.htm> (última visita febrero 2014)
- [10] Aitken Joan E, Fairley Joy Pedego, Carlson Judith K. “Communication Technology for Students in Special Education and Gifted Programs”, 2012
- [11] Cook Albert M., Hussey Susan M., MS, OTR “Assistive Technologies: Principles and Practice” Second Edition. Mosby, 2002.
- [12] <http://www.itacab.org/descarga/manual-de-referencia.pdf> (última visita marzo 2014)
- [13] Molina Moreno Pedro Juan -Tesis Doctoral - “Especificación de interfaz de usuario: De los requisitos a la generación automática.”, marzo 2003 <http://pjmolina.com/papers/TesisPjmolina.pdf> (última visita febrero 2014)
- [14] Piaget Jean. “La naissance de l’intelligence chez l’enfant. (El nacimiento de la inteligencia en el niño)”. Madrid: Aguilar, 1969.
- [15] Sánchez Montoya Rafael, “Ordenador y discapacidad: Guía práctica de apoyo a las personas con necesidades educativas especiales”. Editorial CEPE, S.L. c/ General Pardiñas, 95. 28009 MADRID (ESPAÑA)
- [16] Sánchez Narvaez, José. “Manual de referencia sobre tecnologías apropiadas”. 2008. © Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales -José Sánchez Narvaez-ISBN: 9972-621-02-X
- [17] Scherer Marcia J. “Assistive Technology Matching Device and Consumer for Successful Rehabilitation”. American Psychological Association, 2003.
- [18] Wigdor Daniel, Wixon Dennis “Brave Nui World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture” Ed. Morgan Kaufmann, 2011.